

**Efeito do genótipo na transpiração de
amendoim em resposta ao estresse
hídrico**

ISSN 0102-0129

Dezembro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 246

Efeito do genótipo na transpiração de amendoim em resposta ao estresse hídrico

Soraya Cristina de Macêdo Leal-Bertioli
Thiago Marques
Joseane Padilha da Silva
Talles Pereira Dias
David John Bertioli
Patrícia Messenberg Guimarães
Ana Cristina Miranda Brasileiro
Ana Cláudia Guerra Araújo

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Brasília, DF
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Endereço: Parque Estação Biológica – PqEB – Av. W5 Norte
Caixa Postal 02372 – Brasília, DF – Brasil – CEP: 70770-917

Fone: (61) 3448-4700 / Fax: (61) 3340-3624

Home page: <http://www.cenargen.embrapa.br/>

E-mail (sac): sac@cenargen.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Lúcio Brunale*

Secretária-Executiva: *Lígia Sardinha Fortes*

Membros: *José Roberto de Alencar Moreira*

Diva Maria de Alencar Dusi

Regina Maria Dechechi G. Carneiro

Samuel Rezende Paiva

Jonny Everson Scherwinski Pereira

Suplentes: *João Batista Tavares da Silva*

Margot Alves Nunes Dode

Normalização: *Lígia Sardinha Fortes*

Revisão de texto: *José Cesamildo Cruz Magalhães*

Editoração eletrônica: *Rafaela Marcondes Oliveira*

1ª edição (online)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

As opiniões nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Efeito do genótipo na transpiração de amendoim em resposta ao estresse hídrico / Soraya Cristina de Macêdo Leal Bertoli... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2009.

17p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; 246)

1. Arachis. 2. Amendoim. 3. Genética. 4. Estresse hídrico. I. Leal-Bertoli, Soraya Cristina de Macedo. II. Marques, Thiago. III. Silva, Joseane Padilha da. IV. Dias, Talles Pereira. V. Bertoli, David John. VI. Guimarães, P. M. VII. Brasileiro, A. C. M. VIII. Araújo, A. C. G. IX. Série.

581.5 – CDD 21

Sumário

Resumo.....	6
Abstract.....	8
Introdução.....	10
Material e Métodos.....	13
Ensaio de desidratação gradual e análise da transpiração.....	13
Análise estatística.....	13
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	21
Agradecimentos.....	29
Referências.....	23
Anexos.....	23

Efeito do genótipo na transpiração de amendoim em resposta ao estresse hídrico

Soraya Cristina de Macêdo Leal-Bertoli¹

Thiago Marques²

Joseane Padilha da Silva¹

Talles Pereira Dias³

David John Bertoli⁴

Patrícia Messenberg Guimarães¹

Ana Cristina Miranda Brasileiro¹

Ana Cláudia Guerra Araújo¹

Resumo

Estresses ambientais, como seca, alta salinidade e temperaturas extremas, têm efeito adverso na produtividade de cultivos agrícolas. A maior eficiência de utilização de água ou eficiência de transpiração (EUA ou ET) é um dos mecanismos mais aceitos como característica a ser incorporada em programas de melhoramento, a fim de aumentar e estabilizar a produtividade de cultivos agrícolas em áreas de déficit hídrico intermitente. Esta característica foi avaliada em cinco cultivares de amendoim mais plantadas no Brasil, visando correlacionar ET com adaptabilidade a diferentes condições climáticas. A baixa ET em genótipos considerados mais tolerantes à seca sugere que outros fatores, como curto ciclo, tenham maior influência na sua adaptabilidade ao estresse hídrico.

¹ Pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF.

² Graduando em Ciências Biológicas da Universidade Católica de Brasília.

³ Graduado em Ciências Biológicas, Bolsista de DTI na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

⁴ Professor Adjunto da Universidade de Brasília, Departamento de Genética.

Genotype effect in peanut transpiration in response to water stress

Abstract

Environmental stresses, such as drought, salinity and extreme temperatures, have adverse effects in the agricultural productivity. Higher efficiency of water utilization or transpiration efficiency (WUE or TE) is one of the most accepted mechanisms as a trait to be used for breeding, in order to increase and stabilize agricultural production in areas of intermittent drought. This trait was evaluated in some of the most planted peanut cultivars in Brazil, aiming to correlate TE with adaptability in different climatic conditions. The lower TE in genotypes considered more tolerant to drought suggests that other mechanisms like short cycle are more important for this tolerance.

Introdução

Estresses ambientais, como seca, alta salinidade e temperaturas extremas, têm efeito adverso na produtividade de cultivos agrícolas. Portanto, faz-se necessária uma maior compreensão dos mecanismos utilizados pelos diversos genótipos de uma determinada espécie cultivada para tolerar essas condições, a fim de utilizá-los em programas de melhoramento. Em amendoim, o progresso no melhoramento pode ser aumentado se houver uma caracterização mais aprofundada de aspectos associados à tolerância ao estresse hídrico em espécies silvestres, híbridos e cultivares (BHATNAGAR-MATHUR et al., 2007; LEAL-BERTIOLI et al., 2008). A eficiência de utilização de água, refletida na Eficiência de Transpiração (ET), é um dos mecanismos mais aceitos como uma importante característica a ser trabalhada em programas de melhoramento, a fim de aumentar e estabilizar a produtividade de cultivos agrícolas em áreas de déficit hídrico intermitente.

A equação clássica de Passioura (PASSIOURA, 1977) postula que: $P = T \times ET \times CI$, sendo que P = produção, T = quantidade de água transpirada durante o ciclo, ET = eficiência de transpiração (biomassa produzida por unidade de água aplicada) e CI = índice de colheita (taxa entre peso seco de grãos/peso seco de biomassa). Dessa forma, a produção é diretamente proporcional à ET e o aumento de ET poderia potencialmente incrementar os níveis de produção em condições limitadas de água (NAGESWARA RAO et al., 2000; NAUTIYAL et al., 2002).

De acordo com SINCLAIR e LUDLOW (SINCLAIR; LUDLOW, 1986), a resposta da planta à desidratação ocorre em três estágios: no estágio I, a taxa de transpiração permanece constante e igual ao das plantas bem hidratadas, mesmo que a quantidade de água no solo esteja abaixo de 50%; no estágio II, a taxa de suprimento de água do solo para as plantas é menor do que a transpiração potencial, os estômatos começam a se fechar, resultando na manutenção do balanço hídrico da planta. Quando isto ocorre, chama-se o Ponto de Transição (ou em

inglês, *Threshold*); o estágio III ocorre quando os estômatos atingem condutância mínima, e a perda de água ocorre totalmente em função da condutância epidérmica e do ambiente em volta da folha. Diferenças substanciais foram encontradas em distintas espécies de leguminosas (SINCLAIR; LUDLOW, 1986).

Das cinco cultivares de amendoim mais plantadas no Brasil, as cultivares IAC-Runner, IAC-Tatu e IAC-Caiapó são plantadas em regiões de alto índice pluviométrico e consideradas sensíveis à seca. Já as cultivares BR1 e BRS Havana são consideradas tolerantes à seca, tendo a primeira alta adaptabilidade às condições de semiárido (GOMES et al., 2007; NOGUEIRA; SANTOS, 2000). Uma avaliação da ET dessas cultivares faz-se necessária para correlacionar esta característica com a adaptabilidade a diferentes condições climáticas do país.

Este trabalho objetivou determinar a taxa de transpiração, que reflete o controle estomático, e comparar com a ET das cinco das cultivares de amendoim mais utilizadas no Brasil.

Material e Métodos

Ensaio de desidratação gradual e análise da transpiração

Experimentos foram realizados em casa de vegetação telada na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, com plantas em vasos contendo terra cujo peso era de cerca de 1500 g. A fim de se observar o comportamento de transpiração de diferentes cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (Tabela 1), foi determinada a transpiração relativa dessas plantas sob níveis decrescentes de água no solo (estressadas) e seus respectivos controles não stressados, mantidos com irrigação regular (controles). Testes de estresse hídrico foram realizados, essencialmente como descrito previamente (SINCLAIR; LUDLOW, 1986). A perda de água foi medida diariamente por meio do método gravimétrico. A transpiração normalizada (valor da

taxa entre a transpiração de plantas estressadas individuais e a média da taxa de transpiração das plantas-controle, NTR) e a fração de água transpirável no solo (FATS) foram calculadas por meio das seguintes fórmulas:

$$\text{NTR} = \frac{\text{Transpiração da planta estressada}}{\text{Média da transpiração das plantas-controle}}$$

$$\text{FATS dia } n = \frac{\text{Peso do vaso (n)} - \text{peso final do vaso}}{\text{Peso inicial do vaso} - \text{peso final do vaso}}$$

Para o cálculo da ET, foi extraído o peso seco de cinco indivíduos de cada cultivar no início do experimento e outros cinco ao final. A ET foi calculada com a seguinte fórmula:

$$\text{ET} = \frac{\text{Peso seco inicial (g)} - \text{peso seco final (g)}}{\text{Quantidade de água adicionada (l)}}$$

O experimento foi finalizado quando as plantas estressadas atingiram o ponto de murcha permanente (PMP). Ao final do experimento, as plantas foram secas em estufa a 80°C durante 48 h e pesadas.

Análise estatística

Para testar se existiam diferenças entre a média de ET nas diferentes cultivares, utilizou-se o método paramétrico de análise de variância (ANOVA). Uma vez detectadas diferenças significativas entre as cultivares, utilizou-se o teste de Tukey para apontar onde estavam essas diferenças. Em ambos os métodos, o nível de significância estatística utilizado foi de 0,05. Para validar os resultados obtidos, realizou-se o teste de Bartlett para verificar a homocedasticidade entre as variâncias das cultivares, bem como análises de resíduos e de pontos influentes (*outliers*).

Para modelar a relação entre FATS e NTR, fez-se uso dos modelos não lineares, mais especificamente a seguinte equação matemática: $NTR = I / [1 + A \times \exp(B \times FATS)]$ (MUCHOW; SINCLAIR, 1991). Para determinar o valor específico em que FATS começa a diminuir (Ponto de Transição), utilizou-se da técnica platô de resposta, em que são empregados modelos de regressão segmentada. Os dados foram analisados no programa de linguagem estatística R.

Resultados e Discussão

Neste trabalho, foi determinada a taxa de transpiração das cultivares mais plantadas no Brasil durante a aplicação de estresse hídrico gradual (níveis decrescentes de água no solo). Essas cultivares – IAC-Caiapó, IAC-Runner, IAC-Tatu-ST, BR1 e BRS-Havana – representam três diferentes variedades botânicas (KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994).

Durante a condução dos experimentos, observou-se variação de NTR entre os indivíduos da mesma cultivar sob o mesmo tratamento, principalmente devido à diferença de tamanho e, consequentemente, de superfície foliar. De modo geral, dentro de uma cultivar, a transpiração era diretamente proporcional ao déficit de pressão de água – VPD (resultados não apresentados).

Dos resultados obtidos a partir da análise por ANOVA, pode-se concluir que existe diferença entre as cultivares quanto à média de ET (p-valor = 0.01699) (Tabela 1). Ao aplicar o teste de Tukey, notou-se que a cultivar Tatu apresenta valores mais baixos de ET (ET = 3,72, dp = 1,49), diferindo bastante da Runner (ET = 6,04, dp = 1,55), e que não houve diferença significativa entre BR1, Havana e Caiapó, conforme mostra a Figura 1. Este é um dado interessante, uma vez que BR1 e Havana são cultivares adaptadas a regiões de semiárido (NOGUEIRA; SANTOS, 2000), local em que as demais cultivares não são recomendadas para plantio. No caso de BR1, sua adaptabilidade poderia ser conferida pelo ciclo de vida curto, fator determinante para

evitar condições limitadas de água (estresse hídrico). Apesar de essa característica não ser classificada propriamente como tolerância, mas sim como evasão ou escape (*avoidance*), ela permite altos índices de produtividade em condições de estresse hídrico.

A transpiração das cultivares consideradas tolerantes à seca, Havana e BR1, diminuiu precocemente, possivelmente devido ao fechamento de estômatos na tentativa de preservar o balanço hídrico na folha. Por outro lado, esse mecanismo diminui a capacidade fotossintética e, conseqüentemente, a capacidade de produção de biomassa. Esses dados estão refletidos na menor ET destas duas cultivares, quando comparadas à de Runner.

A redução da transpiração (Ponto de Transição) da cultivar Runner ocorre posteriormente às demais cultivares, ou seja, quando a quantidade de água disponível no solo (FATS) é menor (Figura 2). Dessa maneira, sob estresse hídrico, essa cultivar mantém a capacidade fotossintética por tempo mais prolongado, o que contribui para a formação de maior biomassa. Entretanto, essa característica pode levar à morte precoce da planta em períodos prolongados de estiagem, devido à excessiva perda de água através dos estômatos. Curiosamente, a cultivar IAC-Caiapó, embora seja considerada sensível à seca (SANTOS et al., 2007), apresentou alto Ponto de Transição, sem prejuízo da produção de biomassa, refletida na Eficiência de Transpiração (Tabela 1).

Conclusões

A determinação e a comparação da ET de cultivares com vários níveis de tolerância à seca mostraram poucas diferenças significativas. As únicas diferenças significantes de ET ocorreram entre as cultivares Tatu e Runner. BR1, que é altamente adaptada à seca, mostrou menor ET do que Runner. A cultivar IAC-Caiapó apresentou alto ponto de transição, sem prejuízo da ET. Esses resultados indicam que outros

fatores, como curto ciclo, tenham maior influência na adaptabilidade ao estresse hídrico. Outros trabalhos estão sendo conduzidos a fim de analisar a ET em espécies silvestres de *Arachis* e híbridos sintéticos para comparações mais amplas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Generation Challenge Program, Tropical Legumes 1 e FAP-DF pelo financiamento deste trabalho.

Referências

- BHATNAGAR-MATHUR, P.; DEVI, M.; REDDY, D.; LAVANYA, M.; VADEZ, V.; SERRAJ, R.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHARMA, K. Stress-inducible expression of At DREB1A in transgenic peanut (*Arachis hypogaea* L.) increases transpiration efficiency under water-limiting conditions. **Plant Cell Reports**, v. 26, n. 12, p. 2071-2082, 2007.
- GOMES, L. R.; SANTOS, R. C.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C. J.; MELO FILHO, P. A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de amendoim de porte ereto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 985-989, 2007.
- KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W. C. Taxonomia del genero *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, v. 8, p. 1-186, 1994.
- LEAL-BERTIOLI, S. C. M.; VADEZ, V.; GUIMARÃES, P. M.; SILVA, P. I. T.; MORAES, L. F. M. V.; BERTIOLI, D. J.; ARAÚJO, A. C. G. **Avaliação de espécies silvestres de *Arachis*, híbridos e cultivares de amendoim para características relacionadas à resposta ao estresse hídrico**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 16 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 166).

MUCHOW, R. C.; SINCLAIR, T. R. Water deficit effects on maize yields modeled under current and "Greenhouse" climates. **Agronomy Journal**, v. 83, p. 1052-1059, 1991.

NAGESWARA RAO, R. C.; WRIGHT, G. C.; CRUICKSHANK, A. L. Genetic enhancement of drought resistance in Australian peanuts. **Proceedings of American Peanut Research Education Society**, San Antonio, TX, v. 32, p. 71, 2000. Abstract.

NAUTIYAL, P. C.; RACHAPUTI, N. R.; JOSHI, Y. C. Moisture-deficit-induced changes in leaf-water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. **Field Crops Research**, v. 74, p. 67-79, 2002.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 41-45, 2000.

PASSIOURA, J. B. Grain yield, harvest index and water use of wheat. **Journal of Australian Institute and Agricultural Sciences**, v. 43, p. 117-121, 1977.

SANTOS, R.; SILVA, F.; DUARTE, E.; CARVALHO, R.; NOGUEIRA, R.; MELO FILHO, P. Similaridade genética de acessos de amendoim resistentes à seca com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, n. 2, p. 65-69, 2007.

SINCLAIR, T. R.; LUDLOW, M. M. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, p. 329-341, 1986.

Tabela 1. Cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea*), utilizadas neste estudo e suas características de porte, duração do ciclo, média da Eficiência de transpiração (ET) e o ponto de transição. ND = não determinado.

Cultivar	Classificação	Tipo	Porte	Ciclo (dias)	Média ET (g.kg ⁻¹)	Ponto de Transição
IAC-Caiapó	<i>A. hypogaea</i> subsp. <i>hypogaea</i> var <i>hypogaea</i>	Virgínia	rasteiro	130-135	4,69 ± 1,33	0,55
IAC-Runner	<i>A. hypogaea</i> subsp. <i>hypogaea</i> var <i>hypogaea</i>	Virgínia	rasteiro	125-130	6,04 ± 1,55	0,25
IAC-Tatu-ST	<i>A. hypogaea</i> subsp. <i>fastigiata</i> var <i>fastigiata</i>	Valência	ereto	90-110	3,72 ± 1,49	0,39
BR1	<i>A. hypogaea</i> subsp. <i>fastigiata</i> var <i>fastigiata</i>	Valência	ereto	85-90	4,83 ± 1,03	0,58
BRS-Havana	<i>A. hypogaea</i> L. subsp. <i>fastigiata</i> var <i>vulgaris</i>	Spanish	ereto	90	3,72 ± 2,18	ND

Anexos

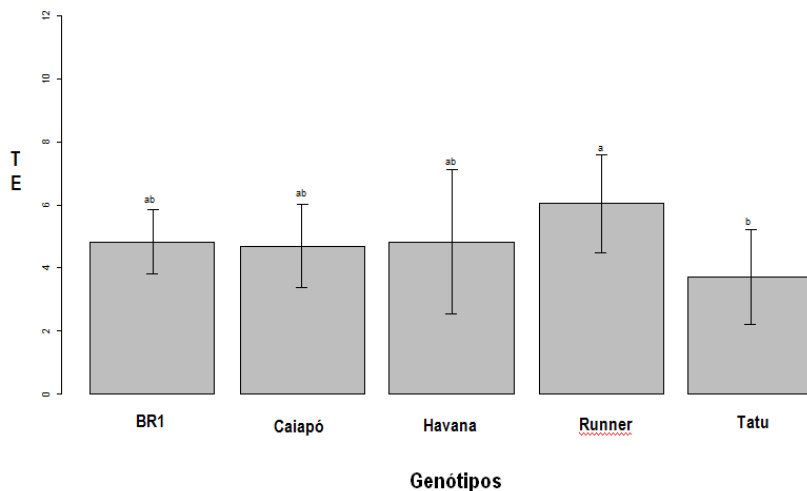


Figura 1. Média de ET \pm desvio padrão.

*Letras diferentes diferem estatisticamente por 0,05 de significância, de acordo com o teste de Tukey.

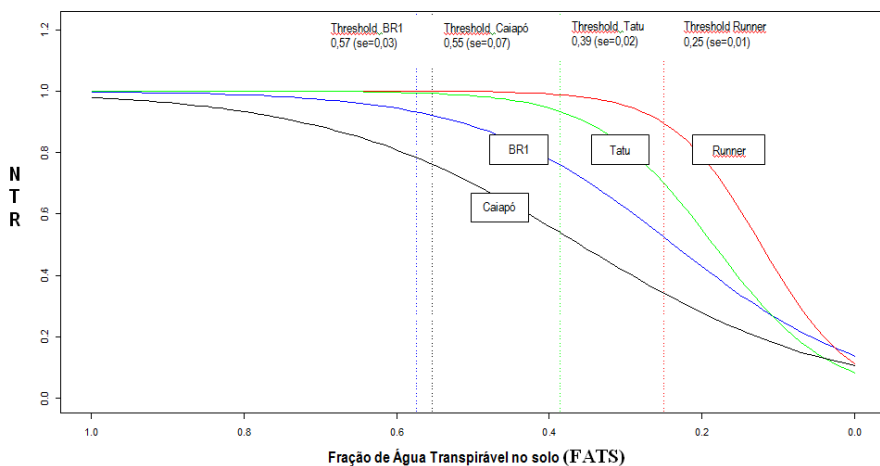


Figura 2. Taxa de Transpiração Normalizada (NTR) em função da Fração de água transpirável (FATS) no solo dos genótipos *A. hypogaea* cv Caiapó, *A. hypogaea* cv IAC-Runner, *A. hypogaea* cv IAC-Tatu, *A. hypogaea* cv BR1 e a indicação do ponto de transição (*threshold*).



***Recursos Genéticos
e Biotecnologia***

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

